Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS MTE

BTS Moteurs à Combustion Interne

Session 2003 • Code sujet : **A9NB03** • Durée : **3 h** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse combustion (1 question) **Page 3**

2. Simulation injection : à charge élevée (1 question) **Page 4**

3. Simulation injection : à charge partielle (1 question) **Page 5**

4. Caractéristique injecteur (1 question) **Page 6**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 7**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E5 - Mise au point d'une motorisation/2003/BTS MTE - E5 - Mise au point d'une motorisation - Session 2003 - 2-Sujet.pdf

1. Analyse combustion

Les graphiques 1 et 2 représentent le gradient de pression, la levée d'aiguille, la fraction brûlée et le dégagement d'énergie en fonction de l'angle vilebrequin. Ils permettent d'étudier les cas d'injection unique, avec injection pilote et d'injection principale.

Tableau 1

Question 1. Pour les cas d'injection unique, pilote et principale, relever l'avance à l'injection, le gradient de pression en phase de combustion incontrôlée, le délai d'inflammation, le HLC maximal, le CA50 et la vitesse maximale de dégagement d'énergie en phase de combustion incontrôlée.

Les lectures sont approximatives : l'avance se lit au début de levée d'aiguille, avant PMH ; le délai d'inflammation est l'écart angulaire entre le début de levée et le début de combustion. Le gradient et le dégagement d'énergie sont relevés à leur maximum pendant la combustion incontrôlée. Le HLC correspond ici à la levée maximale lue sur l'échelle de droite. Le CA50 est l'angle auquel la fraction brûlée atteint 50 % ; ce seuil n'est pas atteint par le pilote seul.

Cas	Avance à l'injection	Gradient de pression	Délai d'inflammation	HLC maxi	CA50	Vitesse maxi de dégagement d'énergie
Injection unique	≈ 5° avant PMH	≈ 3 bar/°	≈ 5° vilebrequin	≈ 8 mm/100	≈ 14° après PMH	≈ 0,48
Pilote	≈ 37° avant PMH	≈ 0,5 bar/°	≈ 20° vilebrequin	≈ 1,5 mm/100	Non atteint	≈ 0,05
Principale	≈ 5° avant PMH	≈ 2,2 bar/°	≈ 6° vilebrequin	≈ 8 mm/100	≈ 12° après PMH	≈ 0,45

Tableau 1 complété

	Avance à l'injection	Gradient de pression en phase de combustion incontrôlée	Délai d'inflammation	HLC (maxi)	CA50	Vitesse maxi de dégagement d'énergie en phase de combustion incontrôlée
Cas injection unique	≈5° av. PMH	≈3 bar/°	≈5°	≈8	≈14° ap. PMH	≈0,48
Pilote	≈37° av. PMH	≈0,5 bar/°	≈20°	≈1,5	non atteint	≈0,05
Principale	≈5° av. PMH	≈2,2 bar/°	≈6°	≈8	≈12° ap. PMH	≈0,45

✓ RÉPONSE À RETENIR

La pré-injection atténue le gradient et le dégagement d'énergie de la combustion principale ; le pilote seul n'atteint pas le CA50.

2. Simulation injection : à charge élevée

Le graphique 6 présente, pour un essai avec un volume de rail de 15 cm³, les évolutions du courant, de la force, des positions du piston de commande et de l'aiguille, du débit et des pressions. Le tableau 2 rassemble les durées, délais et volume injecté à déterminer à partir des courbes.

Tableau 2

Question 1. À partir des courbes de simulation à charge élevée, déterminer la durée de l'impulsion de commande, la durée de l'injection effective, le délai à l'ouverture, le délai à la fermeture et le volume injecté.

Sur le graphique 6, l'impulsion de commande dure 900 µs. Le débit commence vers 300 µs et revient à zéro vers 1 500 µs : la durée effective est donc 1 200 µs. En comparant ces instants aux fronts du courant, les délais d'ouverture et de fermeture sont d'environ 250 µs et 550 µs. L'aire sous la courbe de débit, lue par segments, donne un volume estimé à 36 mm³.

Durée de commande	Injection effective	Délai à l'ouverture	Délai à la fermeture	Volume injecté
900 µs	1 200 µs	250 µs	550 µs	≈ 36 mm³

Tableau 2 complété

- **Tableau 2**

Durée de l'impulsion de commande	Durée de l'injection effective	Délai à l'ouverture	Délai à la fermeture	Volume injecté
900 µs	1 200 µs	250 µs	550 µs	≈ 36 mm³

- **Tableau 3**

	Délai à l'ouverture	Délai à la fermeture
700 bars – 900µs		

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

900 µs ; 1 200 µs ; 250 µs ; 550 µs ; ≈ 36 mm³.

3. Simulation injection : à charge partielle

Les graphiques 7 et 8 montrent les simulations d'injection à 700 bars avec une commande de 900 µs et à 200 bars avec une commande de 1500 µs. Le tableau 3 demande de relever les délais d'ouverture et de fermeture pour ces deux conditions.

Tableau 3

Question 1. Pour les conditions 700 bars avec une commande de 900 µs et 200 bars avec une commande de 1500 µs, déterminer le délai à l'ouverture et le délai à la fermeture.

Sur chaque graphique, repérer le début et la fin de la commande électrique, puis suivre la position de l'aiguille. Le délai d'ouverture va du début de la commande au premier déplacement de l'aiguille. Le délai de fermeture va de la fin de la commande au retour de l'aiguille en position fermée. Les durées se lisent sur l'axe du temps, gradué en microsecondes.

Condition	Délai à l'ouverture	Délai à la fermeture
700 bar, commande 900 µs	225 µs	150 µs
200 bar, commande 1500 µs	375 µs	75 µs

Tableau 3 complété

	Délai à l'ouverture	Délai à la fermeture
700 bars – 900µs	**225 µs**	**150 µs**
200 bars – 1500µs	**375 µs**	**75 µs**

✓ RÉPONSE À RETENIR

700 bar - 900 µs : ouverture 225 µs, fermeture 150 µs. 200 bar - 1500 µs : ouverture 375 µs, fermeture 75 µs.

4. Caractéristique injecteur

Le graphique 9 donne le volume injecté en fonction du temps d'injection pour des pressions de rail de 200, 700 et 1300 bars. Le tableau 4 demande d'exploiter ces courbes pour déterminer la pente, l'offset et les équations de débit.

Tableau 4

Question 1. Pour les pressions de rail de 200, 700 et 1300 bars, déterminer la pente du débit statique G et l'offset To, écrire l'équation littérale du débit sous la forme Vinj = f(Tinj, To), puis établir l'équation de débit pour chaque cas.

Le graphique 9 donne le volume injecté en fonction de la durée de commande. On estime la pente sur la partie quasi linéaire de chaque courbe, puis l'offset par extrapolation jusqu'au volume nul. Les lectures restent approximatives en raison de la résolution du graphique.

Pression rail	G (mm³/µs)	To (µs)	Équation Vinj (mm³)
200 bar	≈ 0,017	≈ 220	0,017(Tinj - 220)
700 bar	≈ 0,033	≈ 0	0,033 Tinj
1300 bar	≈ 0,050	≈ 0	0,050 Tinj

La relation utilisée est **Vinj = G(Tinj - To)** lorsque Tinj dépasse To. Les coefficients et offsets du tableau sont des estimations graphiques arrondies, à reporter avec leurs unités.

Tableau 4 complété

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de signaler toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

0,017 | 0,033 | 0,050

220 µs | 0 µs | 0 µs

Vinj = G(Tinj - To)

0,017(Tinj - 220) | 0,033 Tinj | 0,050 Tinj

✓ RÉPONSE À RETENIR

200 bar : G ≈ 0,017, To ≈ 220 µs, Vinj ≈ 0,017(Tinj - 220).
700 bar : G ≈ 0,033, To ≈ 0 µs, Vinj ≈ 0,033 Tinj.
1300 bar : G ≈ 0,050, To ≈ 0 µs, Vinj ≈ 0,050 Tinj.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U52 du BTS Moteurs à Combustion Interne, session 2003, code A9NB03, dure 3 h et a un coefficient 3. Elle porte sur la combustion, la simulation d'injection diesel et la caractéristique d'un injecteur. Les compétences évaluées consistent à interpréter des graphiques, relever des délais et durées, puis établir des relations de débit selon la pression de rail.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Les courbes de combustion permettent de comparer l'injection unique aux injections pilote et principale.
- Le délai d'ouverture se mesure entre le début de la commande électrique et le début du déplacement de l'aiguille.
- Les simulations distinguent pression de rail, positions mécaniques, débit et intensité électrique; il faut associer chaque courbe à sa légende.
- La pente de la caractéristique volume-temps exprime le débit statique, tandis que l'offset To repère le seuil de temps d'injection.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les titres, légendes, unités et échelles des axes avant de relever les valeurs.
- Distinguer la durée de commande de la durée effective d'injection et des délais d'ouverture et de fermeture.
- Associer chaque résultat de simulation à la pression de rail et à la commande indiquées.
- Aucun barème par question n'est imprimé dans les pages fournies; ne pas attribuer de points aux tableaux.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le délai d'ouverture de l'injecteur ?

Repérez le début de l'impulsion de commande, puis le début du déplacement de l'aiguille sur la courbe de position. Le délai d'ouverture est l'écart entre ces deux instants, lu sur l'axe du temps.

Q : Comment relever le volume injecté sur le graphique de caractéristique ?

Choisissez la courbe correspondant à la pression de rail considérée, repérez le temps d'injection sur l'axe horizontal, puis lisez le volume associé sur l'axe vertical. Respectez les unités et l'échelle du graphique.

Q : Quelle est la durée de l'épreuve et quel est son coefficient ?

La durée indiquée sur le sujet est de 3 heures et le coefficient est 3. Les documents fournis ne précisent ni durée conseillée par exercice ni répartition des points entre les questions.

Q : Quels critères faut-il respecter pour exploiter les courbes ?

Il faut identifier la bonne courbe grâce à sa légende, lire les axes et leurs unités, puis distinguer les conditions de fonctionnement. Les valeurs doivent être reportées dans la ligne du tableau correspondant au cas étudié.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E5 - Mise au point d'une motorisation/2003/BTS MTE - E5 - Mise au point d'une motorisation - Session 2003 - 2-Sujet.pdf

Ressources BTS Motorisations Toutes Énergies : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.